

**DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT D'UN CIRCUIT INTEGRE**

La présente invention concerne des micropompes et en particulier leur utilisation dans un dispositif de refroidissement d'un circuit intégré.

Un dispositif de refroidissement connu est un radiateur métallique placé contre une face de la puce d'un circuit intégré. L'évacuation de la chaleur d'une zone "chaude" du circuit jusqu'au radiateur se fait à travers une partie du circuit présentant généralement une mauvaise conductibilité thermique.

En complément d'un tel radiateur, ou à défaut de tout autre dispositif de refroidissement, on place le circuit intégré dans une enceinte comportant un ventilateur produisant un courant d'air permanent autour du circuit.

Ces deux dispositifs de refroidissement associés ou non ne permettent pas de refroidir suffisamment un circuit dont la densité de composants actifs est élevée.

Un objet de la présente invention est de prévoir un dispositif de refroidissement capable de maintenir à un niveau acceptable la température d'un circuit intégré comportant un grand nombre de composants actifs.

Un objet plus général de la présente invention est de prévoir une micropompe.

Pour atteindre cet objet, la présente invention prévoit une pompe comprenant : une cavité formée dans un substrat isolant, la partie supérieure du substrat située à proximité de la cavité constituant une bordure, une couche conductrice recouvrant l'intérieur de la cavité jusqu'à la bordure et recouvrant éventuellement la bordure, une membrane souple, constituée d'un matériau conducteur, placée au-dessus de la cavité et s'appuyant sur la bordure, une couche diélectrique recouvrant la couche conductrice ou la membrane de façon à isoler les portions de la couche conductrice et de la membrane qui sont proches l'une de l'autre, au moins un conduit d'aération formé dans le substrat isolant qui débouche dans la cavité par une ouverture de la couche conductrice, et des bornes d'application d'une tension entre la couche conductrice et la membrane.

Selon un mode de réalisation de la pompe susmentionnée, ladite cavité a sensiblement la forme d'une bassine telle que l'écart entre la couche conductrice et la membrane augmente progressivement en allant de la bordure vers le fond de la cavité.

Selon un mode de réalisation de la pompe susmentionnée, la membrane est dans un état de repos quand aucune tension n'est appliquée entre lesdites bornes, l'application d'une tension déformant la membrane en la rapprochant de la couche conductrice, la suppression de la tension ramenant la membrane dans son état de repos.

Selon un mode de réalisation de la pompe susmentionnée, la pompe comprend un unique conduit d'aération débouchant sensiblement au fond de la cavité.

Selon un mode de réalisation de la pompe susmentionnée, la pompe comprend deux conduits d'aération, l'un débouchant sensiblement au fond de la cavité, l'autre débouchant près de la bordure.

Selon un mode de réalisation de la pompe susmentionnée, la pompe est reliée à un ensemble de conduits d'aération formés dans le substrat semiconducteur du circuit intégré.

La présente invention prévoit aussi un procédé de formation d'une pompe dans un circuit intégré, qui comprend les étapes suivantes : former une cavité dans un substrat isolant, la partie supérieure du substrat située à proximité de la cavité constituant une bordure ; recouvrir l'intérieur de la cavité jusqu'à la bordure et éventuellement la bordure d'une première couche conductrice ; former une ouverture de la couche conductrice débouchant dans un conduit d'aération préalablement formé dans le substrat isolant ; remplir la cavité d'une portion sacrificielle ; recouvrir la portion sacrificielle et la portion de la première couche conductrice placée au-dessus de la bordure d'une première couche isolante et d'une seconde couche conductrice ; former une petite ouverture dans la seconde couche conductrice et dans la première couche isolante ; éliminer la portion sacrificielle ; et recouvrir la seconde couche conductrice d'une seconde couche isolante afin de reboucher l'ouverture.

Selon un mode de mise en oeuvre du procédé susmentionné, l'étape de formation d'une cavité dans un substrat isolant comprend les étapes suivantes : former des plots isolants sur une première couche isolante ; recouvrir la première couche isolante et les plots isolants d'une seconde couche isolante ; et effectuer un polissage mécano-chimique de la seconde couche isolante jusqu'à découvrir les plots isolants, le procédé de gravure du polissage étant tel qu'il grave davantage la seconde couche isolante que les plots isolants, les plots isolants constituant ladite bordure.

La présente invention prévoit aussi un procédé d'actionnement d'une pompe telle que décrite ci-dessus, dans lequel une tension est appliquée à intervalles réguliers ou irréguliers entre lesdites bornes.

Cet objet, ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

les figures 1 et 2 sont des vues en coupe d'une pompe selon la présente invention dans deux états de fonctionnement ;

la figure 3 est une vue de dessus de la pompe représentée en figures 1 et 2 ;

5 les figures 4 et 5 sont des vues en coupe d'un autre exemple de pompe selon la présente invention dans deux états de fonctionnement ;

les figures 6A à 6I sont des vues en coupe de structures obtenues lors d'étapes successives d'un procédé de  
10 réalisation d'une pompe selon la présente invention ; et

la figure 7 est une vue en coupe d'un exemple de circuit intégré comprenant une pompe selon la présente invention.

Comme cela est habituel dans la représentation des  
15 circuits intégrés, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle.

#### 1. Pompe

Les figures 1 et 2 sont des vues en coupe d'une pompe selon la présente invention respectivement dans un état de repos  
20 et dans un état d'activation. La figure 3 est une vue de dessus de la pompe représentée en figures 1 et 2. La pompe est formée au-dessus d'un substrat isolant 1 et plus précisément dans une cavité supérieure 2 du substrat 1. La cavité 2 a dans cet exemple une forme de bassine. La partie supérieure du substrat 1  
25 située à proximité de la cavité constitue une bordure, ayant dans cet exemple une forme circulaire telle que cela est visible en figure 3. L'intérieur et la bordure de la cavité 2 sont recouverts d'une couche conductrice 3 par exemple en cuivre ou en aluminium. Une ouverture 01 de la couche conductrice 3 est  
30 formée sensiblement au fond de la cavité 2 au-dessus d'un conduit d'aération 4 formé dans le substrat 1. Le conduit d'aération 4 débouche à l'extérieur du substrat. Une membrane souple 6, constituée d'un matériau conducteur, est placée au-dessus de la cavité 2 en s'appuyant sur la bordure de la cavité  
35 2 au-dessus de la couche conductrice 3. La membrane 6 et la

couche conductrice 3 sont isolées l'une de l'autre par une couche isolante 7 recouvrant dans cet exemple la surface inférieure de la membrane souple 6. La couche conductrice 3 et la membrane souple 6 sont reliées à deux bornes entre lesquelles un  
5 circuit de commande V applique une tension sur commande.

A l'état de repos, lorsque le circuit de commande V n'applique pas de tension, la membrane 6 et la couche isolante 7 sont sensiblement horizontales, comme cela est représenté en figure 1. A l'état d'activation, quand le circuit de commande V  
10 applique une tension, la membrane 6 se déforme en se rapprochant de la couche conductrice 3, comme cela est représenté en figure 2. Lorsque la membrane 6 se déforme, le volume de la poche d'air située entre la membrane 6 et la couche conductrice 3 diminue ce qui a pour effet de chasser l'air vers le conduit d'aération 4.  
15 Lorsque le circuit de commande V cesse d'appliquer une tension, la membrane 6 se décolle de la couche conductrice 3 jusqu'à retrouver sa position horizontale de l'état de repos. Le volume de la poche d'air augmente alors progressivement ce qui a pour effet de faire rentrer de l'air dans le conduit d'aération 4. En répétant suc-  
20 cessivement les opérations de déformation et de relâchement de la membrane 6, il est ainsi possible de faire alternativement rentrer de l'air "frais" et sortir de l'air "chaud".

Selon une variante de réalisation de la pompe décrite ci-dessus, la couche isolante 7 recouvre la couche conductrice  
25 3. L'ouverture O1 est alors formée à travers la couche isolante 7 et la couche conductrice 3.

Les figures 4 et 5 sont des vues en coupe d'un autre exemple de pompe selon la présente invention respectivement dans un état de repos et dans un état d'activation. La pompe a une  
30 structure sensiblement identique à celle de la pompe représentée en figures 1 à 3. La pompe comprend en outre un second conduit d'aération 10 relié à une seconde ouverture du substrat et débouchant dans une seconde ouverture O2 de la couche conductrice 3 formée à proximité de la bordure de la cavité 2 en forme  
35 de bassine.

Lorsque le circuit de commande V applique une tension, la membrane 6 se déforme progressivement et en se rapprochant de la couche conductrice 3, elle recouvre l'ouverture 02. Puis la déformation de plus en plus importante de la membrane réduit le volume de la poche d'air et chasse de l'air chaud par le conduit d'aération 4. Quand le circuit de commande V cesse d'appliquer une tension, la membrane 6 se relâche progressivement jusqu'à retrouver son état de repos. Tant que la membrane 6 recouvre l'ouverture 02, de l'air entre dans la cavité par le conduit d'aération 4. Dès que l'ouverture 02 est découverte, de l'air entre dans la cavité 2 par les deux conduits d'aération 4 et 10.

Dans le cas où la taille de l'ouverture 02 est nettement supérieure à celle de l'ouverture 01, le volume d'air entrant par l'ouverture 02 est bien supérieur à celui entrant par l'ouverture 01. Ainsi, lors du relâchement de la membrane 6, il est possible de remplir la cavité 2 par de l'air provenant majoritairement du conduit d'aération 10. En conséquence, l'entrée d'air "frais" dans la cavité 2 se fait majoritairement par le conduit d'aération 10 et la sortie d'air "chaud" se fait majoritairement par le conduit d'aération 4.

A titre d'exemple, les dimensions des divers éléments de la pompe sont les suivantes :

- diamètre de la cavité en forme de bassine : 100 à 1000  $\mu\text{m}$
- profondeur maximale de la cavité (au centre) : 15  $\mu\text{m}$
- 25 - diamètre du conduit d'aération 4 (ouverture 01) : 1 à 10  $\mu\text{m}$
- diamètre du conduit d'aération 10 : 1 à 10  $\mu\text{m}$
- épaisseur de la couche conductrice 3 : 100 nm à 2  $\mu\text{m}$
- épaisseur de la membrane 6 : 2  $\mu\text{m}$

Lorsque le circuit de commande applique une tension entre la couche 3 et la membrane 6, la déformation de la membrane 6 est progressive. Les portions de la couche 3 et de la membrane 6 situées à proximité de la bordure de la cavité 2 sont proches l'une de l'autre et une faible tension permet de les rapprocher. Une fois ces premières portions rapprochées, les portions de la couche 3 et de la membrane 6 situées juste à côté

sont alors proches l'une de l'autre et une faible tension permet de les rapprocher et ainsi de suite. La déformation maximale est celle pour laquelle la force de rappel "mécanique" de la membrane devient égale à la force électrostatique créée entre la couche 3 et la membrane 6 par l'application d'une tension par le circuit de commande V.

Un avantage des pompes décrites ci-dessus est qu'elles peuvent être activées avec une faible tension.

Les pompes décrites ci-dessus ont une forme de bassine qui présente l'avantage susmentionné. Cependant, on pourra imaginer d'autres formes de cavité dans laquelle la couche conductrice placée à l'intérieur de la cavité et la membrane souple placée au-dessus de la cavité ne sont pas nécessairement en contact sur la bordure de la cavité.

## 2. Procédé de fabrication d'une pompe

Une pompe selon la présente invention peut être réalisée selon le procédé décrit ci-après.

Lors d'une étape initiale, illustrée en figure 6A, on réalise une cavité 20 en forme de bassine dans un substrat isolant 21. La partie supérieure du substrat située à proximité de la cavité constitue une bordure. La forme de la cavité sera de préférence en "bassine" de sorte que la profondeur de la cavité augmente progressivement en allant de la bordure vers le fond de la cavité.

La forme de bassine peut être obtenue selon le procédé suivant. On forme des plots isolants 23 et 24 sur une couche isolante 22. On recouvre ensuite la couche isolante 22 et éventuellement les plots 23 et 24 d'une seconde couche isolante 25. On effectue ensuite un polissage mécano-chimique de la seconde couche isolante 25 jusqu'à découvrir les plots isolants 23 et 24. Le procédé de gravure mis en oeuvre lors du polissage est choisi de sorte qu'il "attaque" davantage la couche isolante 25 que les plots 23 et 24. Lorsque les plots 23 et 24 sont relativement écartés, il se forme un creux dans la couche isolante 25 entre les plots 23 et 24. Ce phénomène, connu sous

le nom anglais de "dishing", est généralement non souhaitable car il conduit à la formation de surfaces non planes. Cependant, ce phénomène est mis à profit dans le procédé de la présente invention pour la formation d'une cavité en forme de bassine.

5           A l'étape suivante, illustrée en figure 6B, on recouvre l'intérieur et la bordure de la cavité 20 d'une couche conductrice 30 par exemple en aluminium.

          A l'étape suivante, illustrée en figure 6C, on grave la couche conductrice 30 afin de former une ouverture 03 au fond  
10 de la cavité 20 au-dessus d'un conduit d'aération 31 préalablement formé dans le substrat 21.

          A l'étape suivante, illustrée en figure 6D, on remplit la cavité 20 d'une portion sacrificielle 32. La portion sacrificielle 32 ne recouvre pas la bordure de la cavité 20. On  
15 pourra utiliser un procédé de dépôt d'une couche sacrificielle qui soit le moins conforme possible de façon à ne pas remplir le conduit d'aération 31. On effectue ensuite si nécessaire une gravure ou un polissage mécano-chimique de la couche sacrificielle afin d'éliminer les parties recouvrant la bordure de la  
20 cavité 20.

          A l'étape suivante, illustrée en figure 6E, on forme une couche isolante 33 au-dessus de la portion sacrificielle 32 et au-dessus des portions de la couche conductrice 30 situées sur la bordure de la cavité 20.

25           A l'étape suivante, illustrée en figure 6F, on recouvre la couche isolante 33 d'une couche conductrice 34.

          A l'étape suivante, illustrée en figure 6G, on forme une petite ouverture 04 dans la couche conductrice 34 et dans la couche isolante 33 jusqu'à atteindre la portion sacrificielle 32  
30 sous-jacente.

          A l'étape suivante, illustrée en figure 6H, on élimine la portion sacrificielle 32 à travers l'ouverture 04 par exemple par gravure.

          A l'étape suivante, illustrée en figure 6I, on  
35 recouvre la couche conductrice 34 d'une fine couche isolante 35



selon un procédé le moins conforme possible de façon à ce que la couche isolante déposée pénètre le moins possible à travers l'ouverture 04.

### 3. Pompe placée dans un circuit intégré

5 Une pompe selon la présente invention peut être utilisée pour faire circuler de l'air, ou un autre fluide, à travers un ensemble de conduits d'aération formés dans un circuit intégré afin de le refroidir. Un exemple de conduits d'aération et un procédé de formation de tels conduits d'aération  
10 sont décrits dans le document intitulé "Micromachining of Buried Micro Channels in Silicon", du JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, Vol 9, N°1, de mars 2000.

La figure 7 est une vue en coupe d'un exemple de circuit intégré comprenant une pompe selon la présente invention. Des composants 40, tels que des transistors MOS, sont  
15 formés en surface d'un substrat semiconducteur 41. Un réseau de conduits d'aération 42 est prévu dans le substrat semiconducteur 41. Un réseau d'interconnexions métalliques 43 est placé au-dessus des composants 40 et du substrat 41. Le réseau d'inter-  
20 connexions 43 comprend dans cet exemple cinq niveaux de métallisation sur lesquels sont formées diverses lignes conductrices. Des vias conducteurs permettent de relier des lignes conductrices placées sur deux niveaux adjacents. Une micro pompe selon la présente invention est placée dans cet exemple au-dessus du  
25 réseau d'interconnexions 43 et plus particulièrement dans une cavité 45 en forme de bassine formée dans la couche isolante supérieure du dernier niveau de métallisation. Une couche conductrice 46 recouvre l'intérieur et la bordure de la cavité 45. Une couche conductrice 47, recouverte en face inférieure  
30 d'une couche isolante 48, est placée au-dessus de la cavité 45 en s'appuyant sur la bordure. Une ouverture verticale, correspondant à un conduit 49, est réalisée à travers le réseau d'interconnexions 43. Le conduit 49 débouche d'une part dans la cavité 45 de la pompe par une ouverture de la couche conductrice 46 et  
35 d'autre part dans le conduit d'aération 42 prévu dans le substrat

semiconducteur 41. La pompe est placée sous une "cloche" de protection constituée d'une portion isolante 54 ayant sensiblement la forme d'une demi-sphère posée sur le réseau d'interconnexion 43.

5 Sur un des côtés de la cavité 45, la couche isolante 48 se prolonge jusqu'à recouvrir partiellement la couche isolante supérieure du réseau d'interconnexions 43. La couche conductrice 47 se prolonge au-dessus du prolongement de la couche isolante 48 jusqu'à recouvrir une portion de la couche  
10 isolante supérieure dans laquelle est placé un via conducteur 50 relié à une ligne conductrice 51 du réseau d'interconnexions 43. La couche conductrice 46 est reliée à une ligne conductrice 52 du réseau d'interconnexions par l'intermédiaire d'un via conducteur 53 placé sous la couche conductrice 46. Les lignes  
15 conductrices 51 et 52 permettent de relier les couches conductrices 46 et 47 à un circuit de commande V formé dans le substrat du circuit intégré.

Un tel circuit intégré pourra inclure un capteur de température. Le circuit de commande pourra activer plus ou moins  
20 rapidement la pompe en fonction de la température relevée.

D'autres modes de réalisation d'un circuit intégré comportant une pompe selon la présente invention pourront être imaginés. On pourra par exemple placer la pompe juste au-dessus du substrat semiconducteur 41 sous le réseau d'interconnexions  
25 43.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, l'homme de l'art pourra imaginer d'autres procédés de fabrication d'une pompe selon la présente  
30 invention. En outre, le nombre et l'emplacement des ouvertures formées dans la couche conductrice inférieure de la pompe seront déterminés en fonction des conduits d'aération prévus dans le circuit intégré.

**REVENDICATIONS**

1. Pompe comprenant :

une cavité (2) formée dans un substrat isolant (1), la partie supérieure du substrat située à proximité de la cavité constituant une bordure,

5        une couche conductrice (3) recouvrant l'intérieur de la cavité jusqu'à la bordure et recouvrant éventuellement la bordure,

10        une membrane souple (6), constituée d'un matériau conducteur, placée au-dessus de la cavité et s'appuyant sur la bordure,

une couche diélectrique (7) recouvrant la couche conductrice ou la membrane de façon à isoler les portions de la couche conductrice et de la membrane qui sont proches l'une de l'autre,

15        au moins un conduit d'aération (4 ; 10) formé dans le substrat isolant qui débouche dans la cavité par une ouverture (01 ; 02) de la couche conductrice, et

des bornes d'application d'une tension (V) entre la couche conductrice et la membrane.

20        2. Pompe selon la revendication 1, dans laquelle ladite cavité (2) a sensiblement la forme d'une bassine telle que l'écart entre la couche conductrice (3) et la membrane (6) augmente progressivement en allant de la bordure vers le fond de la cavité.

25        3. Pompe selon la revendication 1, dans laquelle la membrane (6) est dans un état de repos quand aucune tension (V) n'est appliquée entre lesdites bornes, l'application d'une tension déformant la membrane en la rapprochant de la couche conductrice (3), la suppression de la tension ramenant la  
30        membrane dans son état de repos.

4. Pompe selon la revendication 1, comprenant un unique conduit (4) débouchant sensiblement au fond de la cavité.

5. Pompe selon la revendication 1, comprenant deux conduits (4, 10), l'un débouchant sensiblement au fond de la cavité, l'autre débouchant près de la bordure.

5 6. Circuit intégré comprenant une pompe selon la revendication 1, la pompe étant reliée à un ensemble de conduits d'aération formés dans le substrat semiconducteur du circuit intégré.

7. Procédé de formation d'une pompe dans un circuit intégré, comprenant les étapes suivantes :

10 - former une cavité (20) dans un substrat isolant (21), la partie supérieure du substrat située à proximité de la cavité constituant une bordure ;

15 - recouvrir l'intérieur de la cavité jusqu'à la bordure et éventuellement la bordure d'une première couche conductrice (30) ;

- former une ouverture (03) de la couche conductrice débouchant dans un conduit d'aération (31) préalablement formé dans le substrat isolant ;

20 - remplir la cavité d'une portion sacrificielle (32) ;

- recouvrir la portion sacrificielle et la portion de la première couche conductrice placée au-dessus de la bordure d'une première couche isolante (33) et d'une seconde couche conductrice (34) ;

25 - former une petite ouverture (04) dans la seconde couche conductrice et dans la première couche isolante ;

- éliminer la portion sacrificielle ; et

- recouvrir la seconde couche conductrice d'une seconde couche isolante (35) afin de reboucher l'ouverture.

30 8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'étape de formation d'une cavité (20) dans un substrat isolant (21) comprend les étapes suivantes :

- former des plots isolants (23, 24) sur une première couche isolante (22) ;

- recouvrir la première couche isolante et les plots isolants d'une seconde couche isolante (25) ; et

5       - effectuer un polissage mécano-chimique de la seconde couche isolante jusqu'à découvrir les plots isolants, le procédé de gravure du polissage étant tel qu'il grave davantage la seconde couche isolante que les plots isolants, les plots isolants constituant ladite bordure.

10       9. Procédé d'actionnement d'une pompe selon la revendication 3, dans laquelle une tension est appliquée à intervalles réguliers ou irréguliers entre lesdites bornes.

1/5

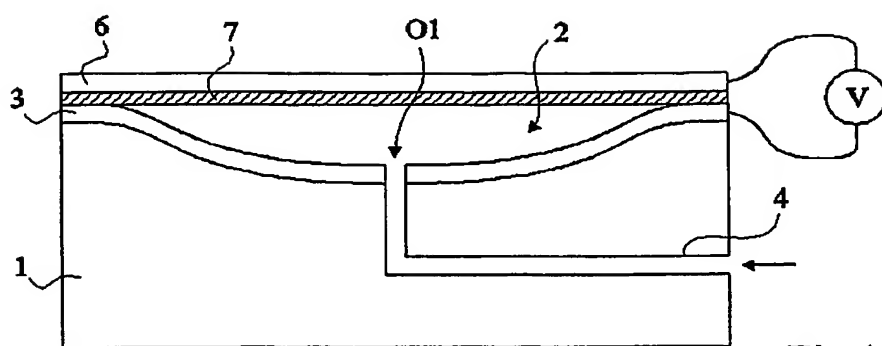


Fig 1

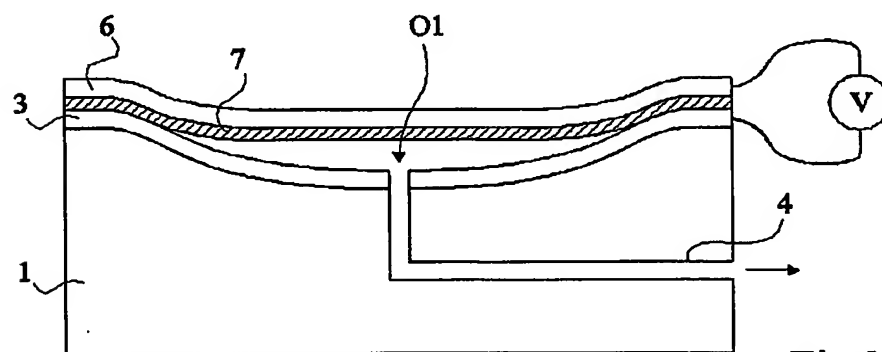


Fig 2

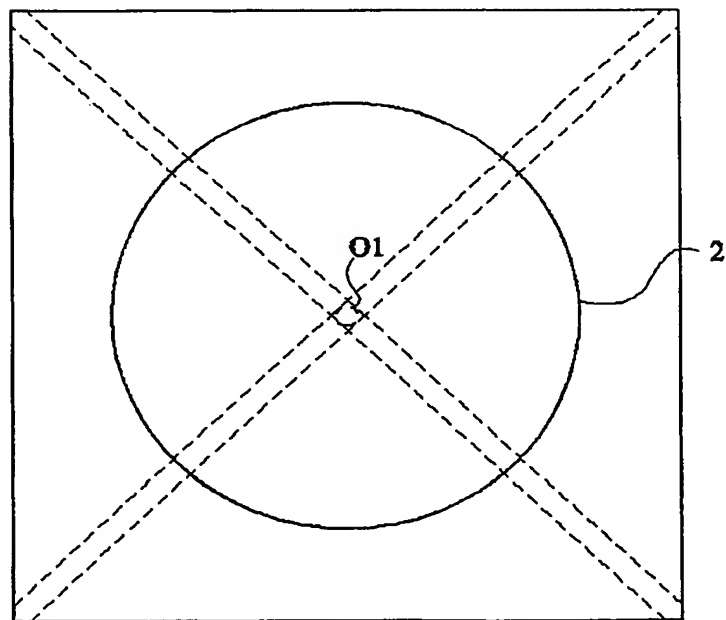
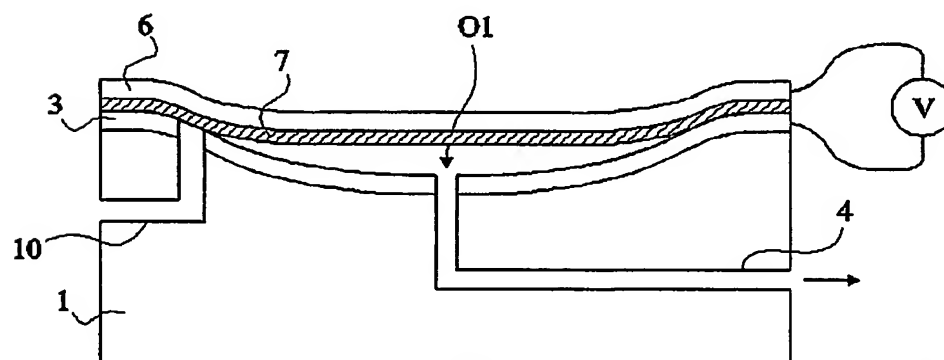
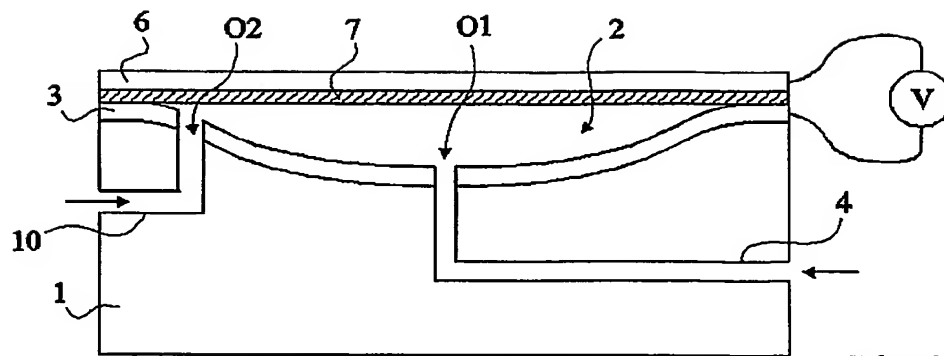


Fig 3

2/5



3/5

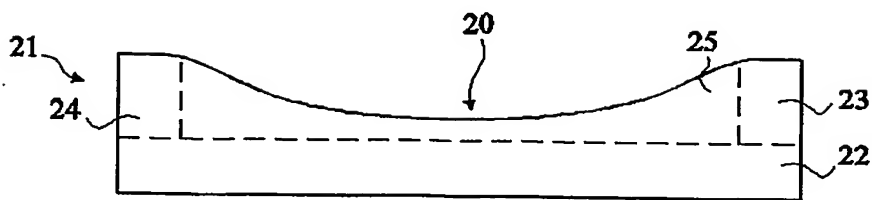


Fig 6A

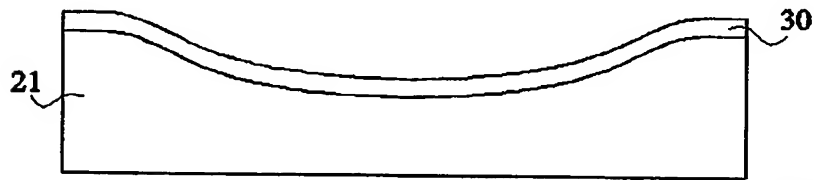


Fig 6B

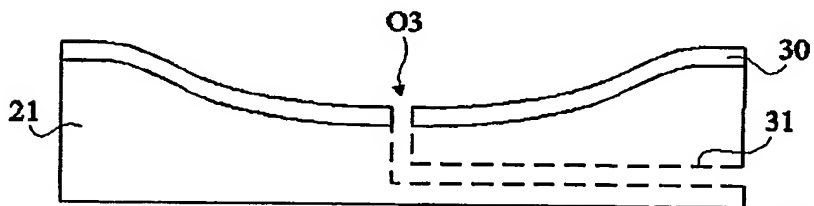


Fig 6C

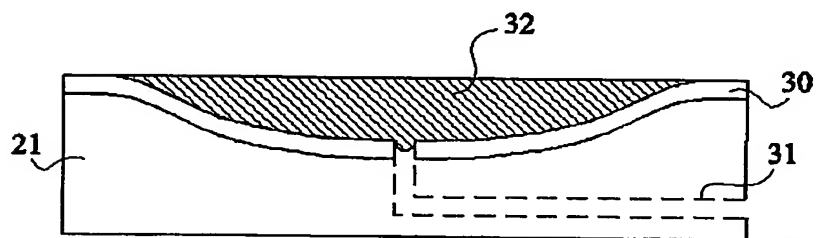


Fig 6D

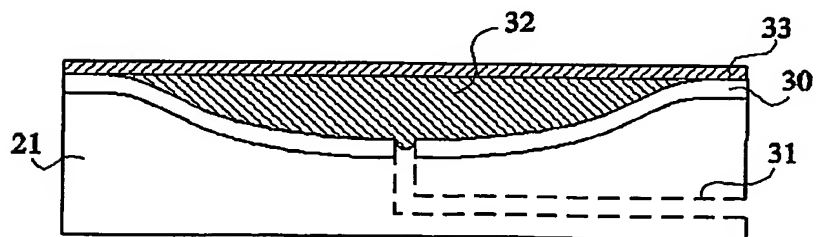
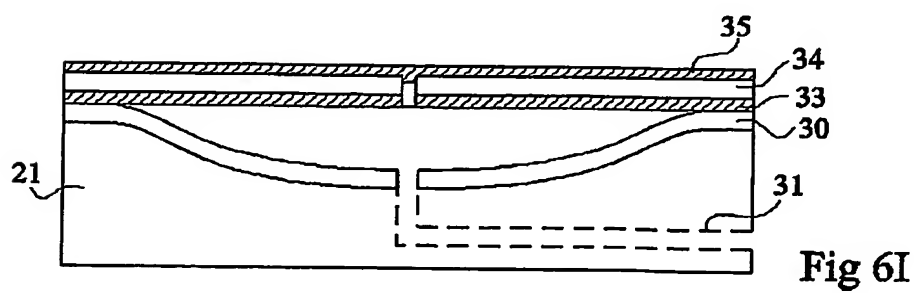
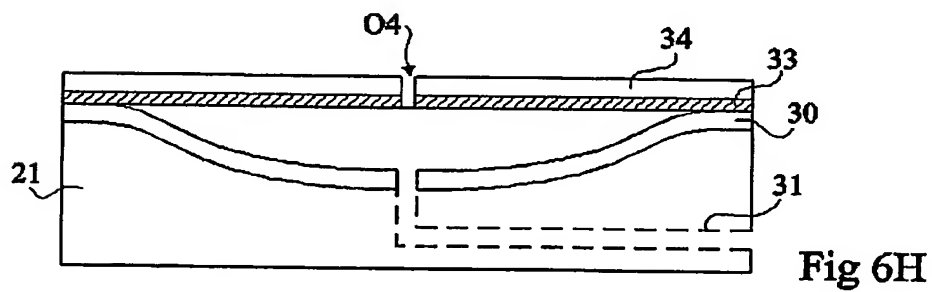
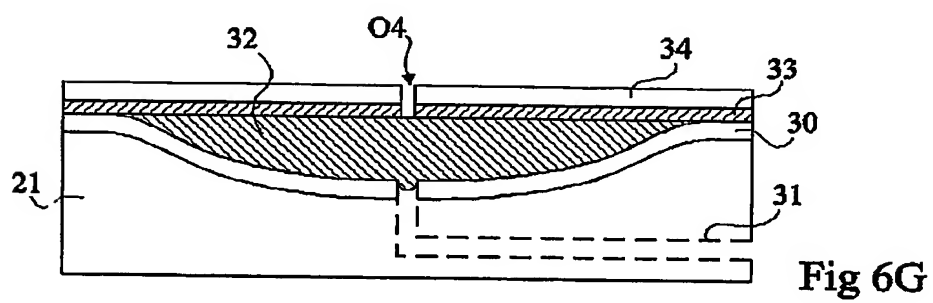
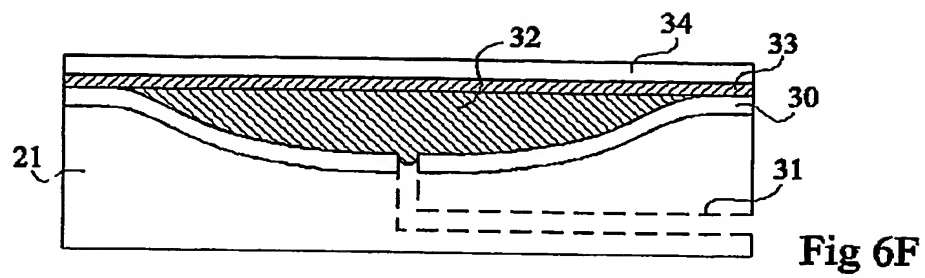


Fig 6E



4/5



5/5

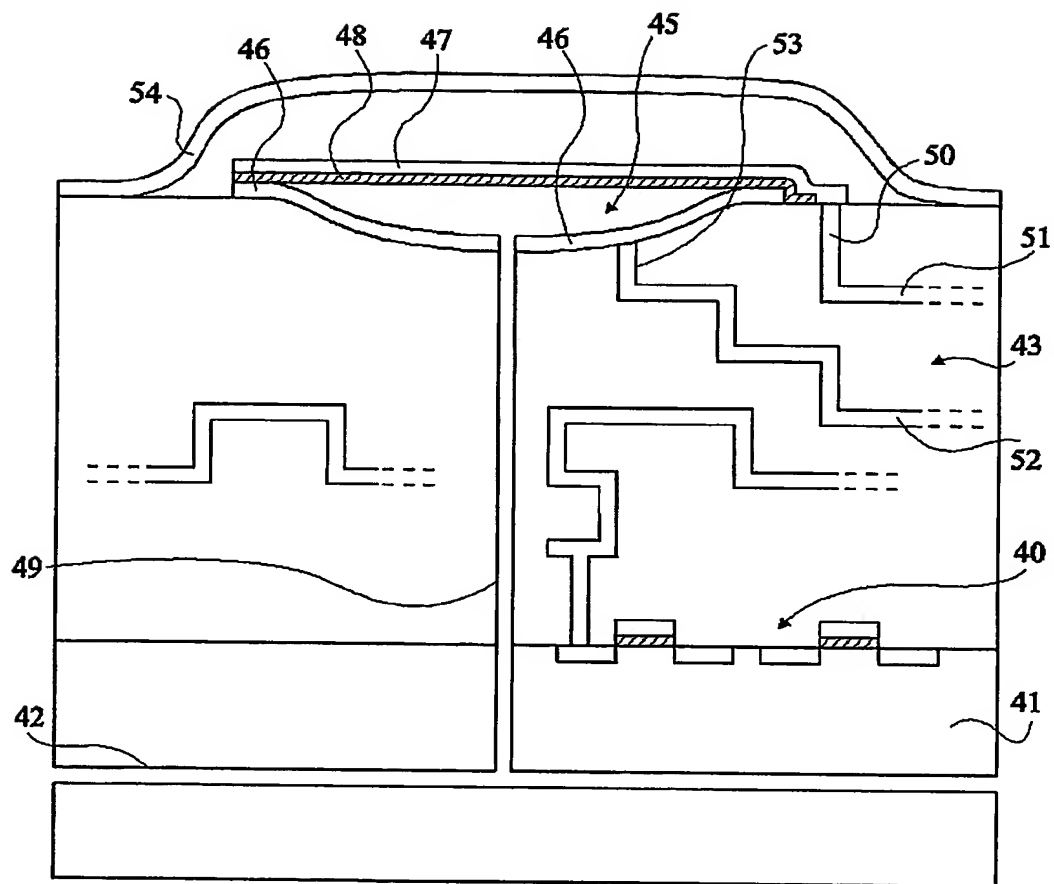


Fig 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR2004/050584

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F04B43/04 F15C5/00 B81B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04B F15C B81B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 106 245 A (CABUZ CLEOPATRA) 22 August 2000 (2000-08-22) figures 1,2 column 5, line 12 - column 6, line 67	1-6, 9
A		7, 8
A	US 6 032 923 A (BIEGELSEN DAVID K ET AL) 7 March 2000 (2000-03-07) figures 1-4 column 3, line 57 - column 5, line 53	1-9
A	EP 0 779 436 A (HARTLEY FRANK T) 18 June 1997 (1997-06-18) figures 1-3, 12 column 3, line 41 - column 4, line 13 column 7, line 64 - column 8, line 22	1-9
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

17 March 2005

Date of mailing of the International search report

31/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Polesello, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/050584

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 367 878 A (SHIFLETT GEOFFREY R ET AL) 29 November 1994 (1994-11-29) figures 7,8 column 7, line 21 - column 8, line 8 -----	1-9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050584

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6106245	A	22-08-2000	US 5836750 A	17-11-1998
US 6032923	A	07-03-2000	JP 11270728 A	05-10-1999
			US 6120002 A	19-09-2000
EP 0779436	A	18-06-1997	US 5705018 A	06-01-1998
			EP 0779436 A2	18-06-1997
			US 6007309 A	28-12-1999
US 5367878	A	29-11-1994	US 5186001 A	16-02-1993

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050584

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 F04B43/04 F15C5/00 B81B3/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F04B F15C B81B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 106 245 A (CABUZ CLEOPATRA) 22 août 2000 (2000-08-22) figures 1,2 colonne 5, ligne 12 - colonne 6, ligne 67	1-6,9
A	-----	7,8
A	US 6 032 923 A (BIEGELSEN DAVID K ET AL) 7 mars 2000 (2000-03-07) figures 1-4 colonne 3, ligne 57 - colonne 5, ligne 53	1-9
A	-----	1-9
	EP 0 779 436 A (HARTLEY FRANK T) 18 juin 1997 (1997-06-18) figures 1-3,12 colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 13 colonne 7, ligne 64 - colonne 8, ligne 22	
	-----	
	-/--	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

17 mars 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

31/03/2005

Norm et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Pollesello, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050584

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 5 367 878 A (SHIFLETT GEOFFREY R ET AL) 29 novembre 1994 (1994-11-29) figures 7,8 colonne 7, ligne 21 - colonne 8, ligne 8 -----</p>	1-9

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050584

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 6106245	A	22-08-2000	US	5836750 A	17-11-1998
US 6032923	A	07-03-2000	JP	11270728 A	05-10-1999
			US	6120002 A	19-09-2000
EP 0779436	A	18-06-1997	US	5705018 A	06-01-1998
			EP	0779436 A2	18-06-1997
			US	6007309 A	28-12-1999
US 5367878	A	29-11-1994	US	5186001 A	16-02-1993